

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-207023

(43)Date of publication of application : 26.07.2002

(51)Int.Cl.

G01N 27/409  
G01N 27/416

(21)Application number : 2001-003759

(71)Applicant : NGK SPARK PLUG CO LTD

(22)Date of filing : 11.01.2001

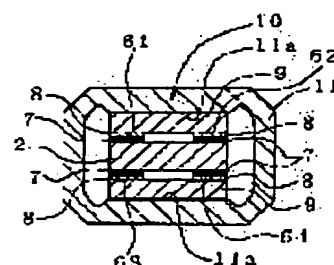
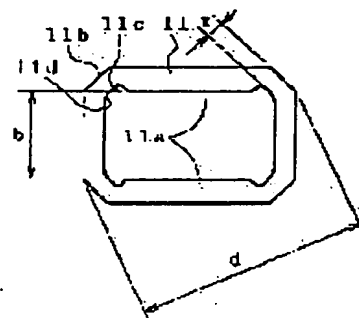
(72)Inventor : YOSHIKAWA TAKAYA  
NISHIO HISAHARU  
ITO MASAYA

## (54) CERAMIC APPLIED ELECTRONIC APPARATUS USED AT HIGH TEMPERATURE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide ceramic applied electronic apparatus capable of strongly joining a ceramic element and a unit having a conductor member without complicating a structure process and hard to bring about an increase in the resistance between the ceramic element and the conductor member even if used at a high temperature, and a method for manufacturing the same.

**SOLUTION:** In a ring member 11 for holding a conductor member 8 to a state mechanically bonded to an electrode terminal part 7 of a ceramic element 2 under pressure, the ring member is formed so that the arithmetic average roughness Ra of a holding pressure surface 11a becoming the pressure bonding surface of a joining unit 10 becomes small. By this constitution, since the gap generated on the pressure bonding surface is reduced in the surface unevenness of the pressure bonding surface becoming the factor of roughness, sufficient tightening force is held and a joined part is tightly fitted stably without being loosened. Further, since air flowing in the gap of the pressure bonding surface is cut off, the pressure bonding surface becomes hard to be oxidized even at a high temperature to contribute to the enhancement of the durability of a product.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-207023

(P2002-207023A)

(43) 公開日 平成14年7月26日 (2002.7.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード(参考)

G 0 1 N 27/409  
27/416G 0 1 N 27/58  
27/46B 2 G 0 0 4  
3 7 1 G

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-3759(P2001-3759)

(22) 出願日 平成13年1月11日 (2001.1.11)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 吉川 孝哉

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
陶業株式会社内

(72) 発明者 西尾 久治

名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
陶業株式会社内

(74) 代理人 100095751

弁理士 菅原 正倫

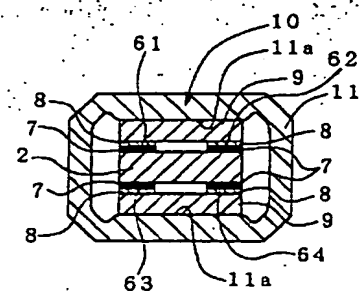
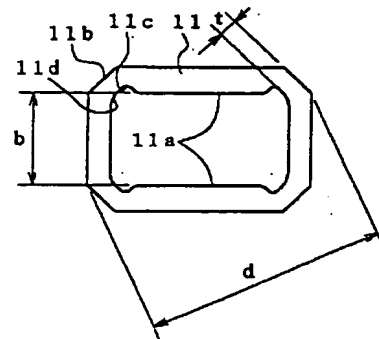
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高温下で使用するセラミック応用電子機器

(57) 【要約】

【課題】 セラミック素子、導線部材を有するユニットを、構造・工程を複雑にすることなく強固に結合し、かつ、高温下で使用されてもセラミック素子と導線部材間の抵抗増加を招きにくいセラミック応用電子機器及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 導線部材8をセラミック素子2の電極端子部7に機械的に圧着させた状態に維持するリング部材11において、結合ユニット10との圧着面となる狭圧面11aの算術平均粗さRaが小さくなるように形成される。これにより、粗さの要因となる圧着面の表面凹凸において、圧着面に生じる隙間が少ないために十分な緊束力が保持され、接合部が緩まずに安定して締まりばめ嵌合する。また、圧着面の隙間に流入する空気の遮断されることで高温でも圧着面が酸化されにくくなり、ひいては製品の耐久性の向上に寄与する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高温下で使用されるセラミック応用電子機器であって、

自身が有する電気的な回路との接続のための電極端子部が外面に露出して形成されたセラミック素子と、前記電極端子部を電氣的に外部とつなげるためにその電極端子部に重ねられ、

そこに接触する導線部材と、環状をなし、それらセラミック素子及び導線部材を含むユニット（以下、結合ユニットという）を外側から包囲するように、かつ前記セラミック素子の電極端子部と前記導線部材との圧着方向における前記結合ユニットの外寸法合計を結合寸法としたとき、前記圧着方向においてこの結合寸法より小さい内寸法である保持寸法を有して、前記結合ユニットに外側から締め付けで嵌合され、その締め付け嵌合の緊束力によって前記導線部材を前記セラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に維持するリング部材と、を備えるセラミック応用電子機器において、前記リング部材の、前記結合ユニットとの圧着面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $30\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とするセラミック応用電子機器。

【請求項 2】 前記圧着面における算術平均粗さ  $R_a$  が  $5\ \mu\text{m}$  以下である請求項 1 記載のセラミック応用電子機器。

【請求項 3】 前記圧着面における算術平均粗さ  $R_a$  が  $1\ \mu\text{m}$  以下である請求項 1 又は 2 記載のセラミック応用電子機器。

【請求項 4】 高温下で使用されるセラミック応用電子機器であって、

自身が有する電気的な回路との接続のための電極端子部が外面に露出して形成されたセラミック素子と、前記電極端子部を電氣的に外部とつなげるためにその電極端子部に重ねられ、

そこに接触する導線部材と、環状をなし、それらセラミック素子及び導線部材を含むユニット（以下、結合ユニットという）を外側から包囲するように、かつ前記セラミック素子の電極端子部と前記導線部材との圧着方向における前記結合ユニットの外寸法合計を結合寸法としたとき、前記圧着方向においてこの結合寸法より小さい内寸法である保持寸法を有して、前記結合ユニットに外側から締め付けで嵌合され、その締め付け嵌合の緊束力によって前記導線部材を前記セラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に維持するリング部材と、を備えることを特徴とするセラミック応用電子機器において、

前記締め付け嵌合された前記リング部材を前記結合ユニットから取り外した後に測定した当該リング部材の前記結合ユニットとの圧着面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $50\ \mu\text{m}$  以下であることを特徴とするセラミック応用電子機器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば排気ガスのセラミック酸素センサ、 $\text{NO}_x$ センサ、セラミックヒータ、グロープラグ、その他高温下で使用されるセラミック応用電子機器ならびにその製造方法に関し、特にセラミック素子の電極端子部と導線部材とを耐熱接合する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、車両用の酸素センサ素子のように、排気管に取り付けられて高温状態に晒されるセラミック素子が知られている。このような、高温に晒されるセラミック素子と導線部材とを電氣的に接続する手段として、特開平 10-253579 号公報にて以下のような接続構造が提案されている。すなわち、この接続構造では、セラミック素子及び導線部材を有する結合ユニットに対し、例えば圧入、焼嵌め、冷嵌め、その他公知の方法によって機械的に直接締め付けで嵌合される例えば金属製のリング部材にて、結合ユニットを締め付け保持する。これによれば、導線部材がリング部材による締め付けで電極端子部に強固に圧着させられるので、専用の部品点数が少なく、構造が極めて簡単になり、また、従来のようなカシメ工程が不要で工程も簡単になる利点を有する。しかしながら、このようなリング部材において、締め付け嵌合の締め代を寸法的に管理しようとしても、締付力にばらつきが生じ、常に一定の締付力を生じさせることが困難であった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の事情を背景としてなされたもので、その課題は、セラミック素子、導線部材を有するユニットを、構造・工程を複雑にすることなく強固に結合し、かつ、高温下で使用されてもセラミック素子と導線部材の間の抵抗増加を招きにくいセラミック応用電子機器を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】上記のような課題を解決するために、本発明は、高温下で 사용되는セラミック応用電子機器であって、自身が有する電気的な回路との接続のための電極端子部が外面に露出して形成されたセラミック素子と、電極端子部を電氣的に外部とつなげるためにその電極端子部に重ねられ、そこに接触する導線部材と、環状をなし、それらセラミック素子及び導線部材を含むユニット（以下、結合ユニットという）を外側から包囲するように、かつセラミック素子の電極端子部と導線部材との圧着方向における結合ユニットの外寸法合計を結合寸法としたとき、圧着方向においてこの結合寸法より小さい内寸法である保持寸法を有して、結合ユニットに外側から締め付けで嵌合され、その締め付け嵌合の緊束力によって導線部材をセラミック素子の電極端子部に機械的に圧着させた状態に

(3)

維持するリング部材と、を備えるセラミック応用電子機器において、リング部材の、結合ユニットとの圧着面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする。

【0005】なお、本発明でいう算術平均粗さ  $R_a$  及び最大高さ  $R_{\text{max}}$  は、JIS-B0601 (1994) に規定された方法により測定されたものを採用する。なお、カットオフ値及び評価長さは、測定する粗さレベル値に応じて、同規格に推奨された値を採用するものとする。

【0006】本発明者らが鋭意検討した結果、圧着面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下である、即ち平滑な圧着面を有するリング部材を使用することで、圧着面に形成される隙間が小さいために、面同士が十分密着されて緊束力の低下が極めて小さく、接合部が緩まずに安定して締まりばめ嵌合することが判明した。そして、上記したようなセラミック応用電子機器を使用することで、リング部材の圧着面において表面凹凸に起因する隙間が極めて小さいものとなるため、その隙間に流入する空気の遮断性が高く、高温でも圧着面が酸化され難くなる。従って、酸化、及び空隙に起因したリング部材の緊束力の低下を防ぐことができ、電極端子部と導線部材との電気的接触抵抗の低下等の問題が劇的に改善された。なお、算術平均粗さ  $R_a$  が  $5\text{ }\mu\text{m}$  以下であると、耐久性が更に向上し、酸化を効果的に防止できる（なお、 $1\text{ }\mu\text{m}$  以下であれば、極めて高温であっても耐酸化性を維持でき、それによって結合部が常に安定な状態に保たれることとなる）。

【0007】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を、図面に示す実施例を参照して説明する。図1には、この発明の一実施例である車両排気ガスの酸素濃度を検出する酸素センサ1が示されている。この酸素センサ1はいわゆる濃淡電池式のもので、小型化されたセラミック素子2を備え、その先端側が排気管内を流れる高温の排気ガスに晒される。

【0008】セラミック素子2は、筒状の主体金具3内にガラスシール4（あるいはセメント）や、外筒金具5等によって固定されるもので、セラミック素子2の先端側が、排気管に固定される主体金具3の先端より突出した状態で固定されている。主体金具3の先端外周には、セラミック素子2の突出部分を覆う金属製のプロテクトカバー6が抵抗溶接等によって固着されている。このカバー6は、キャップ状を呈するもので、その先端や周囲に、排気管内を流れる高温の排気ガスをカバー6内に導く開口6aが形成されている。

【0009】セラミック素子2は方形状断面を有する長手のもので、基準電極2aに連通して接する大気 접촉する検出電極2bと接触する排気ガスとの間の酸素濃度差に基づいて発生する電圧を取り出すための2極の電極

4

端子部7と、それらの電極2a、2b間を加熱して検出可能状態とするヒータ回路に通電するための2極の電極端子部（上記7の裏側にある）との、都合4極の電極端子部を備える。つまり、セラミック素子2の一端部の、互いに対向する一方の外面に2極の電極端子部7が、また他方（反対側）の外面に2極の電極端子部7が、それぞれよく知られた白金ペースト等によるパターン形成及び焼成等により平面的な形態で外面に露出して形成されている。

10 【0010】セラミック素子2の各電極端子部7（4極を総称する）には、導線部材としてそれぞれ裸の導線（長手状金属薄板）8が電気的に接続され、それらの導線8はさらにコネクタ部13を介して、樹脂被覆されたリード線14に電気的に接続されている。都合4本のリード線14はグロメット15を貫通して外部に延び、それらの先端にコネクタプラグ16が連結され、各リード線14の外部に延びる部分には、これらを収束して保護する保護チューブ17が被せられている。主体金具3の端部からグロメット15にかけては、外側から外筒金具18で被われ、外筒金具18は主体金具3及びプロテクトカバー6と共に酸素センサ1のハウジングを構成し、主体金具3とグロメット15とに跨って固定されている。

20 【0011】このような酸素センサ1は主体金具3のネジ部3aにおいて、図示しない車両の排気管にシール部材3bを介して気密に固定され、またコネクタプラグ16が図示しないコントローラに接続されて使用に供される。酸素センサ1は、上述したように小型化されたものであるため、排気熱を受けて酸素センサ1の全体が高温になり、セラミック素子2の電極端子部A付近の使用最高温度も高くなる。電極端子部Aはこの高温に耐え得るものであり、そのA部分を図2ないし図4に基づいて説明するが、これらの図はアッセンブリ状態のものである。

30 【0012】図2ないし図4に示すように、前述のセラミック素子2は、例えばジルコニア等のセラミックからなる矩形柱状を呈するもので、その端部の両面に平面形態の前記電極端子部7（図4参照）が2個ずつ外面に露出して形成されている。各電極端子部7には、例えばインコネル（インコ社の商品名）、ステンレス等の金属からなる帯状の前記導線8（リードフレームともいえる）が重ねられ、さらにその外側に2枚のセラミック製の絶縁板9が配置されている。各絶縁板9はそれぞれ2本の導線8をセラミック素子2との間に挟む。そしてセラミック素子2とその両面に配置された各導線8及び絶縁板9の集合物が結合ユニット10とされる（図2等参照）。

40 【0013】これら結合ユニット10の外側に、金属製のリング部材として、矩形筒状のリング金具11が、締まりばめにより嵌合されている（図3参照）。その締ま

5

りばめ嵌合の緊束力が両側の絶縁板9を介して各導線8に作用し、各導線8がセラミック素子2の電極端子部7に機械的にほぼ面接触状態で圧着され、これらの集合である前記結合ユニット10はリング金具11により強固に一体化されている。このリング金具11は、鉄基超耐熱合金（例えばインコロイ909（インコ社の商品名））の時効硬化品、Ni基超耐熱合金（例えばワスバロイ（ユナイテッドテクノロジー社の商品名））の時効硬化品、あるいは非時効硬化型のNi基耐熱合金（インコネル625（インコ社の商品名））の加工硬化品等、耐熱性に優れた一定以上の硬度をもつ金属からなるものが望ましい。

【0014】図5に示すように、リング金具11の矩形内面の4つの角部は、緊束状態における応力集中を防止するために円弧状その他の曲面状の凹形態にえぐられている。さらに具体的には、リング金具11の4つの角部の外面には、ほぼ90度の角を45度前後に切り落とした形態の斜面11b（面取り部）が形成されている。一方、4つの角部の内面には、挟圧面11aに近接して、比較的大きい曲率（曲率半径は小）を有する大曲率凹部11cと、これに続いて外側の斜面11bにほぼ沿うような比較的小さい曲率（曲率半径は大）を有する小曲率凹部11dとが滑らかな一体的な曲線で形成されている。

【0015】リング金具11を上述の結合ユニット10に締めりばめ嵌合するためには、例えば圧入、焼嵌め、冷嵌め等の手法がある。上記締めりばめ嵌合の前提として、図6に示すように、嵌合前のリング金具11は、結合ユニット10の結合寸法a（セラミック素子2の厚さ+両側の導線8の厚さ+2枚の絶縁板9の厚さ）より小さい保持寸法b（相対向する挟圧面11a間距離）を有し、この保持寸法bの内面間において、結合ユニット10に締めりばめで嵌合され（例えば圧入等）、それにより絶縁板9を介して導線8がセラミック素子2の電極端子部7に機械的に強く押し付けられ、圧着されている。なお、リング金具11の圧入開始端側に、外側に向かって広がるテーパ状内面11e（テーパ角は例えば5度から30度程度）が形成されるとともに、各絶縁板9の圧入開始端側にも上記テーパ状内面11eに対応する傾斜外面9aがそれぞれ形成される。

【0016】図5に示すように、リング金具11の最も薄い部分の肉厚（以下最低肉厚）tは、リング金具11の対角寸法など最大となる寸法（以下、最大外寸法）dの2.3%以上35%以下に設定されている。つまり、 $a > b$ と、 $0.023d \leq t \leq 0.35d$ とを満足する。

【0017】上記の酸素センサ1では、図4に示すように、横長に形成されたセラミック素子の長手方向の一方の端部において、図5に示すように、その第一板面に各々電極端子部7、7とこれに重ねられる導線部材8、8

(4)

6

の組からなる、第一及び第二導通ペア61、62が形成される。一方、第二板面には第一導通ペア61に対応する位置に第三導通ペア63と、第二導通ペア62に対応する位置に第四導通ペア64とが形成された形となっている。絶縁部材9、9は、第一板面側に積層される板状の第一絶縁板9と、同じく第二板面側に積層される第二絶縁板9とを含み、それらセラミック素子2と第一及び第二絶縁板9、9の積層方向を圧着方向としてリング部材11は、第一絶縁板9と接する内面と第二絶縁板9と接する内面とが、互いに対向する平坦な挟圧面11a、11aとを有している。

【0018】そして、リング部材11は、この挟圧面11a、11a（即ちリング部材11における、結合ユニット10との圧着面）の算術平均粗さRaが $30\mu\text{m}$ 以下となるように形成する。即ち平滑な圧着面（挟圧面11a、11a）を有するリング部材11を使用することで、面同士の密着度が高くなり、結果として締め代が低下するようなことがなく、接合部が緩まずに安定して締めりばめ嵌合することとなる。図8には上記算術平均粗さRaを満たす挟圧面11aの表面状態について模式的に示し、図8(a)にはリング部材の取り付け前、

(b)には取り付け時、及び(c)には取り外し後の表面状態についてそれぞれ示している。算術平均粗さRaが小さい場合（例えば $30\mu\text{m}$ 以下の場合）において、図8(b)に示されるような締めりばめ嵌合した場合には、挟圧面11aにおける結合ユニット10側に突出する凸部が塑性変形してつぶれ、極めて微小な隙間のみが形成される。この場合において、締めりばめ嵌合した時の締め代厚さを $t'$ としているが、圧着面に生じる隙間が小さく締め代が有効に使われるため（即ち締め代における空隙率が低く）、面同士の密着度が極めて高くなりガタツキが防止される。さらには圧着面に形成される隙間が極めて微小であるため空気の遮断性が非常に高く、高温時においても酸化がし難くなる。また、算術平均粗さRaが $5\mu\text{m}$ 以下であると、密着性が更に向上し、耐久性等の効果は増大する。さらには、Raが $1\mu\text{m}$ 以下であれば、密着性が極めて高いものとなり、相当な高温時であっても酸化は皆無となる。

【0019】一方、図9においては、圧着面の算術平均粗さRaが30より大きい場合の表面状態を模式的に示している（なお、図9(a)はリング部材の取り付け前、(b)は取り付け時、(c)は取り外し後のものをそれぞれ示している）。図に示されるように、図8の場合と同一厚さの締め代 $t'$ にて嵌合した場合においても、圧着面において形成される隙間は大きくなるため、接触面間の通気性が高く、酸化されやすくなる。さらには、圧着面の凸部11gに生じる圧縮応力に起因する圧着方向の締付力の一部がその隙間側に分散されやすくなる（換言すると、締め代における空隙率が高く、有効な締付力が作用しにくい）。即ち、凸部11gにガタツキ

(5)

7

が生じて結合ユニットの緊束力が低下し、ひいては接触抵抗の増加につながってしまう。一方、図8のように密着性の高い状態においては、隙間が微小であるため圧着面における絶縁板9との接触面積が極めて高く、緊束力が維持された状態となる。

【0020】なお、締めりばめ嵌合されたリング部材を結合ユニットから取り外した後に測定したリング部材の結合ユニットとの圧着面の算術平均粗さRaが50μm以下となるように形成することができる。その分解方法は、図7に示されるように、リング部材11を治具(12b, 12b)で垂直方向に拘束し、セラミック素子2の上端に荷重を付与し、分解するようにできる。このようにすると、圧着面(狭圧面11a)の表面状態を変化させることなく圧着時の表面状態を維持したまま取り外しができることとなる。

【0021】図8(b)に示されるような締めりばめ嵌合時においては、嵌合前の圧着面(狭圧面11a)における凸部11gが塑性変形して、その嵌合前と比較して新たな粗さを有する面が形成される。そして、図8

(c)に示されるような、この締めりばめ嵌合後に結合ユニットから取り外した塑性変形面は、図8(b)に示される圧着時の面粗さと極めて相関の高い面粗さ(即ちほぼ同一の面粗さ)を有する。従って、上記したようにリング部材を結合ユニットから取り外した後に測定したリング部材の結合ユニットとの圧着面の算術平均粗さRaが50μm以下となるようにすると、圧着時における密着度を極めて高いものとでき、空気の遮断性も大きい。

【0022】なお、リング部材を形成する金属材料については、一般的には線膨張係数9~12(10<sup>-6</sup>K<sup>-1</sup>)のものを使用することで好適に結合できる。さらには、線膨張係数が12(10<sup>-6</sup>K<sup>-1</sup>)より大きい金属素材を使用する場合にはRaを20μm以下とするとよい。このようにすることで、線膨張係数が大きく膨張によって接合が緩みやすい材質のものであっても、締めり力、押圧面積が著しく低下することがなく、十分な締めり力が維持されることとなる。

【0023】また、リング部材よりも絶縁板の方が硬い材質が使用される場合(例えば、上記例示した金属材料からなるリング部材に対しアルミナ絶縁板が用いられる場合)には、取り付け時及び取り外し後のリング部材における内周面の算術平均粗さRaは、絶縁板におけるリング部材と接触面の表面状態に起因することとなる。このとき、リング部材の初期面、即ちリング部材の取り付け前の算術平均粗さRaより絶縁板表面のRaが大きい場合、即ち絶縁板表面のほうが粗い場合には、取り付け前より取り外し後の内周面の粗さRaのほうが大きくなる。この場合、取り外し後のリング内周面の算術平均粗さRaは上記した通り50μm以下であることが望ましく、それによる効果は上記した通りである。また、リン

8

グ部材の初期面、即ちリング部材の取り付け前の算術平均粗さRaより絶縁板表面のRaが小さい場合、取り外し後のリング部材の算術平均粗さRaは取り付け前より小さくなる。従って、通り取り外し後のリング内周面の算術平均粗さRaは上記した通り50μm以下であることが望ましく、さらには30μm以下であるほうがよい。

【0024】逆にリング部材よりも絶縁板のほうが柔らかい材質の場合(例えば、例えば、上記例示した金属材料からなるリング部材に対しプラスチック絶縁板が用いられる場合)は、リング内周面の算術平均粗さRaは取り外し前後ともほぼ同値となる。この場合においては、取り外し後のリング内周面の算術平均粗さRaは上記した通り50μm以下であることが望ましく、更に言えば30μm以下であるほうがよい。

【0025】いずれの場合においてもリング部材の取り外し後における内周面の算術平均粗さRaは50μm以下であることが望ましく、更には絶縁板表面におけるリング部材との接触面の算術平均粗さRaが50μm以下であることが望ましい。このようにすると、リング部材の取り付けの際における絶縁板表面に起因したリング部材内周面の粗さの増大が防止でき、リング部材と絶縁板との圧着も良好となる。

【0026】次に、上記したリング部材の製造方法について説明する。図10には打抜き加工によってリング部材を形成する方法、特にファイブランピング加工による方法について説明している。図10(a)の斜視断面図に示されるように、本実施例においては、互いに対応する位置にダイス孔106a, 106bが形成されるダイス103a, 103bが金属板材100の両側に備えられる。そして、そのダイス103a, 103bは金属板材方向に接近・離間可能とされ、互いに金属板材側に接近することで、図10(b)に示されるように、そのダイス103a, 103bがダイス対103として金属板材100を板厚方向に挟圧保持する。そして、ポンチ102a, 102bがポンチ対102としてダイス対103の各ダイス孔106a, 106bにそれぞれ挿通され、被打抜き部分を板厚方向に挟圧保持することとなる。

【0027】そして、図10(c)に示されるように、ポンチ対102及びダイス対103によりそれぞれ金属板材100を挟圧保持した状態でポンチ対102とダイス対103とを金属板材100の板厚方向に相対的に移動させることにより、金属板材100を打抜いてリング内周面を形成する。このように、被打抜き部及びその周囲をそれぞれ加圧しながら打抜き(剪断)を行うことで、かつ直角度のよい切断面を形成するとともに、その切断面において、だれ、かえり等を防止でき、ひいては上記した算術平均粗さRaの小さい平滑な内周面を形成できる。なお、ポンチ対102とダイス対103とのク

(6)

9

リアランス、及びポンチ対102の外周面の算術平均粗さRaは、リング部材の内周面の算術平均粗さRaが最終的に30 $\mu$ m以下、望ましくは5 $\mu$ m以下（さらに望ましくは1 $\mu$ m以下）となるように調整される。

【0028】また、図10(a)に示されるように、本実施例においてダイス対103は、リング部材の外周面を打ち抜くための外周打抜用ポンチ対に兼用される。そして、ダイス対102の打抜軸線に関する半径方向外側には、当該外周打抜用ポンチ対103（ダイス対103）にて外周面を打ち抜くための外周打抜用ダイス対104（外周打抜き用ダイス104a、104b）が配置される。図10(b)及び(c)に示されるように、この外周打抜用ダイス対104は互いに接近・離間可能とされ、金属板材100側に接近することで、この金属板材100を挟持可能となる。なお、外周打抜ダイス対104は、図10(c)に示されるようにポンチ対102により内周面を打ち抜く際においても、ダイス対103とともに金属板材100を挟圧保持することで、板面方向移動拘束手段として使用できる。

【0029】そして、図10に示されるように、外周打抜き用ダイス対104（外周打抜き用ダイス104a、104b）の両側に食込凸部105を形成することができる。これにより、金属板材100と外周打抜き用ダイス対104とが食込凸部105にて係止されて金属板材100の打抜きに伴う板面方向への相対移動が更に拘束される。また、このような食込み凸部は、金属板材100のいずれか一方側に形成しても、板面方向の移動拘束の効果は十分達成でき、そのようにして器具構成を簡素にしてもよい。本実施例のように両面側に形成することで金属板材100と外周打抜きダイス対104との係止状態を強固なものとでき、打抜きの精度が向上し、切断面の面肌も極めて滑らかなものとなる。また、ダイス対103（103a、103b）において金属板材100の少なくともいずれか片面側に食込凸部を形成して金属板材100の打抜きに伴う板面方向への移動を拘束するようにしてもよい。なお、本実施例のように外周打抜き用ダイス104に食込凸部105を形成すると、リング部材の成形体部分に食込ませることとならず、品質保持に寄与することとなる。

【0030】そして、図10(c)のようにポンチ対102とダイス対103とによりリング部材の内周面を打ち抜いた後、図10(d)のように、そのダイス対103を外周打抜用ポンチ対103として使用する。このダイス対103は、外周打抜用ダイス対104とともに、内周打抜後の金属板材をそれぞれ挟圧保持し、それら外周打抜ポンチ対103と外周打抜用ダイス対104とを板厚方向に相対移動させて外周面（即ち、リング部材の外周面）の打抜きを行う。このように内周面及び外周面を共に打抜き工程にて形成してリング部材を得ることで、リング部材の加工を効率的に、かつ短時間で行うこ

10

とができる。

【0031】次に、引き抜き加工を用いて、リング部材を形成する方法について説明する。図11に示すように、被加工材となる中空状の金属線材110を用い、その金属線材110の引き抜き加工を行うことで外周面及び内周面を所定形状に形成し、かつ内周面の算術平均粗さRaが30 $\mu$ m以下、望ましくは5 $\mu$ m以下（さらに望ましくは1 $\mu$ m以下）となるように金属中空長尺部材119を作る長尺部材形成工程を行う。即ち、長尺部材形成工程は被加工材となる中空状の金属線材110をダイス116内に挿通させ、連結部118を介して金属線材110に連結される図示しない駆動手段に引き抜くこととなる。この時、金属線材110の中空部に挿入されて内周面119aの形状決定及び内周面119aの面肌を形成する引抜きコア114（以下マンドレル、又は、プラグとも言う）はリング部材の内周面形状に対応した形状の外周面形状を有し、その引抜きコア114（マンドレル）の外周面の算術平均粗さRaは、リング部材の内周面における算術平均粗さRaが最終的に30 $\mu$ m以下、望ましくは5 $\mu$ m以下（更に望ましくは1 $\mu$ m以下）となるように調整される。

【0032】このような面仕上げのなされた引き抜きコア114を使用することにより、引き抜き時において引抜きコア114によって金属線材114の内周面に研削又は研磨作用を生じさせ、内周面の算術平均粗さRaが30 $\mu$ m以下となるように金属中空長尺部材119を形成する。なお、ダイス内周面が金属中空長尺部材119の外周面119bに対応した形状とされ、それによってリング部材の外周面が形成される。なお、本実施例においては中空材の引き抜き加工方法として玉引き（図11(a)）、心金引き（図11(b)）を示しているが、これに限定されず、空引き、浮きプラグ引き、押し抜き等、当業者が推測し得る種々の方法を使用することができる。

【0033】なお、金属中空長尺部材119は、図12(a)に示されるような押し出し加工によって形成してもよい。例えば、図12に示されるような後方押し出し法（所謂中空部材形成のための後方押し出し法9を用いることができる。後方押し出し方は公知であるが簡単に説明すると、内周面が所定形状とされたコンテナ122に材料を充填するとともに、材料120（ビレット120）を貫通するようにマンドレル126を挿入する。そして、ビレット120が中空状に後方に押出され、それが固化することにより図12(b)のような金属中空長尺部材119を形成する。

【0034】そのマンドレル126の外周面形状に対応して金属中空長尺部材119の内周面119a（即ち、最終成形品となるリング部材の内周面）が所定形状に形成される。なお、内周面の面肌を形成するマンドレル126の外周面126aの算術平均粗さRaはリング部材



11

の内周面における算術平均粗さ  $R_a$  が最終的に  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下、望ましくは  $5\text{ }\mu\text{m}$  以下（更に望ましくは  $1\text{ }\mu\text{m}$  以下）となるように調整される。このように面仕上げされたマンドレル126を使用することで、押出しされるビレット120とマンドレル126の表面との摩擦が極めて少なくなるとともにそのマンドレル126にてビレット120の表面を平滑にならし、平滑な金属中空長尺部材119の内周面の形成、即ち金属中空長尺部材119の内周面の算術平均粗さ  $R_a$  が  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下となるように形成できることとなる。

【0035】そして、図12（b）に示されるように、上述した引き抜き加工又は押出し加工によって形成された金属中空長尺部材119を切断工程にて長手方向において所定厚さにレーザ加工、ワイヤカット放電加工等の種々の切断方法を用いて切断し、リング部材11を得ることとなる。このように、引き抜き及び押出し加工により安価な加工費にて金属中空長尺部材の形成及びその金属中空長尺部材の切断ができ、かつ加工が容易であるため、リング部材の製造におけるコスト低減等に大いに寄与する。

【0036】また、リング部材11（図5等参照）は鍛造加工によって形成することができる。鍛造加工例としては、図13に示されるように、絞り加工によって同図（b）のような金属中空部材139を形成し、これを所定厚さに切断することでリング部材を得るようにできる。この例によると、金属板材130を、ばね等の付勢、或いは空気圧、油圧などによる押圧によってしわ押さえ板132にてダイス136側に押さえ（なお、しわ押さえのない絞りを行ってもよい）金属板材130の板面方向への移動を拘束し、マンドレル134にてダイス136内に押し込むことにより金属板材130を絞り加工（例えば、図13に示されるような深絞り加工）して金属中空部材139に形成する。そして、この金属中空部材139の成形体を所定の厚さに切断することで、リング部材が得られることとなる。このような絞り加工を行う際には、この時、内周面の面肌を形成するマンドレル134の外周面の算術平均粗さ  $R_a$  は、リング部材の内周面における算術平均粗さ  $R_a$  が最終的に  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下、望ましくは  $5\text{ }\mu\text{m}$  以下（更に望ましくは  $1\text{ }\mu\text{m}$  以下）となるように調整される。また、深絞り後に金属中空部材139の内周面139a等のトリミングを行うと、平滑で高精度なリング部材の成形体を得られる。

【0037】一方、リング部材は、図14に示されるような金属粉末の粉体加工、例えば以下に説明するように金属射出成形（Metal Injection Mold：以下、MIM法とも言う）を行い、その成形体を焼結することにより製造することもできる。まず、金属粉末と、ポリプロピレンや各種ワックス類等の樹脂バインダとを混練し、これをペレットないしフレーク状に成形したコンパウンドを用意する。一方、図14に示すよ

(7)

12

うに射出成形用金型としては、リング部材の外形に対応した内面形状を有するキャビティ146が形成された例えば2分割の成型型142（142a、142b）と、そのキャビティ146に対し、リング部材の中空部に対応した位置に位置決めされるとともに、リング部材の内周面に対応した形状の外周面141aが形成されるコア部材141とを備えたものを用いる。

【0038】まず成型型142（142a、142b）を固合わせし、そのキャビティ146にコア部材141を挿入して図14（a）及び（b）の状態とする。次に、そのキャビティ146内に加熱軟化させたコンパウンドを図示しないランナより射出し、これを固化させることにより、射出成形体Iが形成される。そして、図14（c）のようにコア部材141を抜き取り、さらに、図14（d）に示すように成型型142（142a、142b）を型開きすることにより射出成形体を取り出す。成形体Iはコア部材141の外周面141aに対応した形状の内周面が形成される。

【0039】回収された成形体Iは、所定の脱バインダ炉において、真空ないし所定の減圧雰囲気下で焼結温度よりも低温で加熱され、樹脂バインダを蒸発ないし分解させることにより、そのバインダ成分が除去される。ここで、その加熱温度は、バインダ成分の残留が少なく、しかも、バインダ成分の分解ないし蒸発の速度が小さくなり過ぎない範囲に設定される。バインダ成分が除去された成形体は、焼結炉内で、真空ないし所定の減圧雰囲気において焼結することにより、リング部材11（図5等参照）となる。

【0040】このような金属射出成形加工において、コア部材141の外周面141aの算術平均粗さ  $R_a$ 、及び金属粉末の平均粒径は、リング部材の内周面における算術平均粗さ  $R_a$  が最終的に  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下、望ましくは  $5\text{ }\mu\text{m}$  以下（更に望ましくは  $1\text{ }\mu\text{m}$  以下）となるように調整される。なお粉末粒径が大きすぎると、リング部材の内面の粗さ  $R_a$  を  $30\text{ }\mu\text{m}$  以下とすることが困難となり、小さすぎると、粉末の酸化あるいは樹脂バインダとの反応が顕著となり、得られるリング部材の機械的性質が損なわれ易くなる場合がある。

【0041】なお、本実施例において、粉体加工の例として金属射出成形加工を挙げたが、これに限定されないという意味ではない。例えば射出成形によらない焼結法を用いることができる。その例としては、粉体を圧縮成形してプリフォームを形成し、これを焼結炉にて焼結した後、熱間鍛造等の鍛造加工によって最終成形品を得るような焼結鍛造を用いることができる。即ち、中空状の一次成形品となる焼結品を形成するとともに、該焼結品をリング部材の形状に、及び内周面の粗さの精度を向上させるように、図13に示されるような鍛造加工や図11に示されるような引抜き加工を二次的に行うことができる。これによって、例えば、塑性加工の難しい素材であ

(8)

13

っても成形品を容易に得ることができ、さらには、焼結後において成形品に鍛造加工等を施すと、靱性を向上できるとともに、精度が特に要求される内周面形状を精密に形成でき、ひいては圧着面の面粗さの低減につながる。同様に、焼結後に図11に示されるような引抜き加工を施しても精度向上に寄与することとなる。

【0042】図15にはリング部材を鋳造にて形成する方法について説明している。図15には、リング部材の外周面形状を形成する鋳型152（例えば、二分割の鋳型152a、152b）の内面154と、鋳型内に形成された空間において、所定位置に中子158を備え、これらによって中空状の成形体を製造する所謂中空体の鋳造方法を示している。中子158の外周形状によって成形体の中空部の形状が形成されるとともに、中子の面粗さRaは、金属中空長尺部材の内周面、即ちリング部材の内周面の面粗さが $30\mu\text{m}$ 以下、望ましくは $5\mu\text{m}$ 以下（更に望ましくは $1\mu\text{m}$ 以下）となるように調整される。鋳造によって形成された金属中空長尺部材159は、後に所定の長さ切断されて厚さが決定される。なお、本実施例において、鋳造によって金属中空長尺部材159を製造してそれを切断する方法を採っているが、これに限定されず、切断加工を不用とするように最終成形品を鋳造によって製造してもよい。即ち、鋳型形状を形成対象とされるリング部材と同一としてもよい。

\*

14

\*【0043】また、鋳造加工例として精密鋳造法、例えばロストワックス法を用いてもよい。このようなロストワックス法によると、極めて滑らかな内周面形状を有するリング部材を得ることができ、上記したRaの値を十分満足する面肌を形成できる。

【0044】また、ワイヤカット放電加工、レーザ加工等の切断加工によってリング部材11を形成する工程を用いてもよい。なお、この切断加工後に、リング部材の内周面を研磨する研磨工程を設けてもよい。研磨工程を設け、算術平均粗さRaが満足する値を満たすまで、即ちRaが $30\mu\text{m}$ 以下となるまで（望ましくは $5\mu\text{m}$ 以下、更に望ましくは $1\mu\text{m}$ 以下となるまで）研磨することで、リング部材内周面において平滑面を形成できることとなる。上記切断加工においては、複数の金属板材を一つの切断工程によって一度に切断することで、量産化が容易に達成でき、コスト低減を達成できる。

【0045】本発明の効果を確認するために、以下の実験を行った。

【実施例1】リング金具11は、インコロイ909（インコ社の商品名）製でワイヤカット放電加工により所定の形状に加工した。その後、圧着面に研磨を施し、表1に示すように面粗度を改善した。

【0046】

【表1】

実験	加工法	材質	圧着面 追加加工	圧着面 面粗度 (Ra)	耐久試験後の接触抵抗変化(%)					
					300	350	400	650	700	750
1-1	ワイヤカット	インコロイ909	無	35	×	×	×	×	×	×
1-2			無	30	△	×	×	×	×	×
1-3			無	25	○	△	×	×	×	×
1-4			研磨	23	○	○	△	×	×	×
1-5			研磨	17	○	○	○	×	×	×
1-6			研磨	16	○	○	○	△	×	×
1-7			研磨	10	○	○	○	○	×	×
1-8			研磨	9	○	○	○	○	△	×
1-9			研磨	5	○	○	○	○	○	△
1-10			研磨	4	○	○	○	○	○	○

【0047】なお、セラミック素子2は、部分安定化ジルコニア製で、幅4mm、厚さ1.3mmのものを使用した。導線8は、インコネル750製で、幅1.5mm、厚さ0.2mmほどのものを使用した。絶縁板9は、矩形板状のアルミナ製で、幅4mm、厚さは締め代5が0.01mmに示す厚みに調整した。また接合長さLは3mmである。そして、図6に示すように圧入により接合した。こうして得られた接合体を熱間-室温のサ

イクル試験を500サイクル実施し、電極端子部における電氣的な接触抵抗の変化を調査した。

【0048】表1においては、各試験品ごとの300℃～750℃の温度環境における接触抵抗変化についての評価を示している。表1においては、各温度環境ごと示される欄において、耐久試験後において接触抵抗の変化が全く見られないものを(○)、接触抵抗の変化は若干見られるものの性能には影響を与えないものを(△)、

50

(9)

15

接触抵抗増大により機能を果たさないものを(×)としている。

【0049】実験1-1:ワイヤーカット放電加工により所定の形状に加工しただけで、圧着面の追加加工は行っていない。この時の圧着面の面粗度は $Ra=35\mu m$ であった。これを接合し耐久試験を行ったところ、 $300^{\circ}C$ でも性能を得ることができなかった。 $350^{\circ}C$ 耐久品を分解して調査したところリング部材圧着面の初期の凹凸がつぶれ締め代が低下したこと、及びリング部材の圧着面が粗いために空気の遮断性に劣り、圧着面が酸化したことにより接合部が緩み、電極が酸化を受けて接触抵抗が増大した事が判明した。

【0050】実験1-2:ワイヤーカット放電加工により所定の形状に加工した。圧着面の追加加工は行っていない。この時の圧着面の面粗度は $Ra=30\mu m$ であった。これを接合し耐久試験を行ったところ、 $300^{\circ}C$ 以下では接触抵抗の変化がほとんど見られず満足した性能を示した。

【0051】実験1-3~1-10:ワイヤーカット放\*

実験	加工法	材質	圧着面追加加工	圧着面粗度(Ra)
2-1	ファインブランキング	インコロイ909	無	0.2
2-2	鍛造	SNCM630	無	3
2-3	引き抜き	SUS304	無	2
2-4	メタルインジェクション	ワスロイ	無	5

【0053】実験2-1:ファインブランキングによる加工を行った。この加工法は図10の例にて示されるような方法で打ち抜きを行うことを特徴とする。これによると、難加工材であるインコロイ909やワスパロイ等を精度良く、しかも圧着面粗度を $Ra=0.2\mu m$ と極めて滑らかな状態にすることが可能であった。

【0054】実験2-2:次に、鍛造による加工を行った。使用した材質は耐熱鋼であるSNCM630である。これにより、圧着面粗度を $Ra=3\mu m$ と滑らかな状態にすることが可能であった。

【0055】実験2-3:次に、引き抜き加工を行った後、所定の厚さに切断した。使用した材質はSUS304である。これら材料では製造コストが大きく低減できることとなる。このような方法により、圧着面粗度を $Ra=2\mu m$ と滑らかな状態にできた。

【0056】実験2-4:次に、材料を粉末化した後、金属射出成形法(図14参照)によりリング部材の素材となるべき金属粉末の成形体を作る射出成形工程を行い、その成形体を樹脂抜き後に焼結した。これにより圧着面粗度を $Ra=5\mu m$ と滑らかな状態にできた。

【0057】この加工法によると、材質や形状にとらわれずに成形体を得ることができ、難加工材であったり、他の加工法では加工が制限される形状(複雑形状、打ち抜き厚さ等)であっても加工が容易にできる。

16

\*電加工により所定の形状に加工した後、圧着面を紙やすりで研磨することで指定した面粗度 $Ra$ としている。

又、実験8ではコンパウンドの併用を行っている。これらの実験の結果、 $300^{\circ}C$ 以下においてはいずれも接触抵抗の変化は見られず、安定した接合体が得られることが判明した。また、 $Ra$ が $5\mu m$ 以下のものについては $700^{\circ}C$ 以下において接触抵抗の変化が見られず、耐熱性が極めて高いものであることが判明した。これによると、リング部材の圧着面の凹凸自体が小さいため、つぶれによる締め代の低下が小さくなる。また、リング部材の圧着面が他の部品(この場合は絶縁板)と密着するため、空気の遮断性に優れ、圧着面が酸化するのを防止する。このような利点があり、高温下でも接合部の緩みが無い安定した接合体を得ることが可能となる。

【実験例2】リング部材の加工において、更に量産に適する加工法について検討を行った。

【0052】

【表2】

【0058】今回、加工法を検討するにあたり、それぞれ材質を例にあげて行ったがこれに制約されることはない。接合部に求められる耐熱温度、寸法などその仕様に合わせてよく、環境に対応できるように形成する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である酸素センサの断面図。

【図2】図1における電極端子部Aに用いられるアセンブリ(セラミック素子、導線、絶縁板及びリング金具の一体品)の斜視断面図。

【図3】図2の斜視図。

【図4】図3からリング金具を除いた分解斜視図。

【図5】リング金具の平面図。

【図6】図1の酸素センサの製造方法において、特に図2、図3のアセンブリの製造工程を示す工程図。

【図7】図2、図3のアセンブリの分解方法例を示す図。

【図8】締めりばめ嵌合における圧着面の状態を説明する説明図。

【図9】図8とは別の圧着面の状態を説明する説明図。

【図10】リング部材のファインブランキングによる製造例を示す説明図。

【図11】リング部材の引き抜き加工による製造例を示す説明図。

【図12】リング部材の押出し加工による製造例を示す

(10)

17

18

説明図。

【図13】リング部材の鍛造加工による製造例を示す説明図。

【図14】リング部材の金属射出成形法による製造例を示す説明図。

【図15】リング部材の鋳造加工による製造例を示す説明図。

【符号の説明】

2 セラミック素子

7 電極端子部

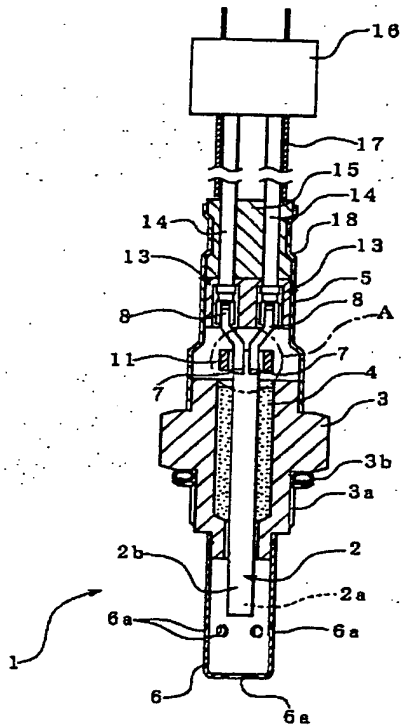
8、23 導線（導線部材）

10 結合ユニット（図3の実施例では、セラミック素子+導線+絶縁板）

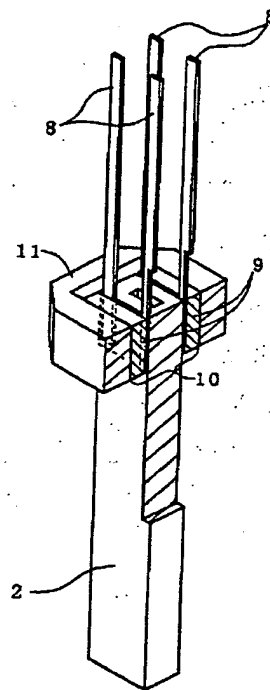
11 リング金具（リング部材）

11a 狭圧面（圧着面）

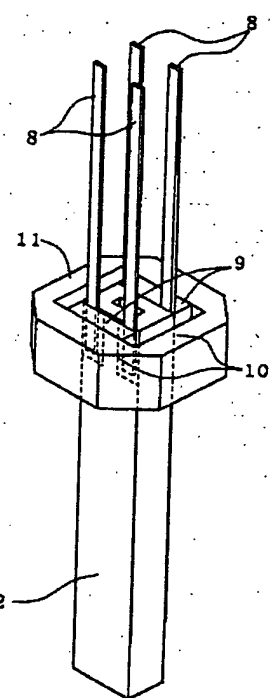
【図1】



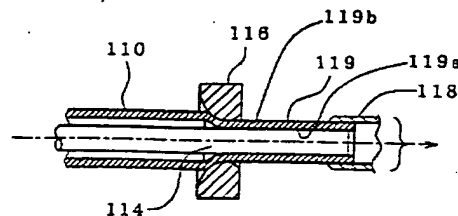
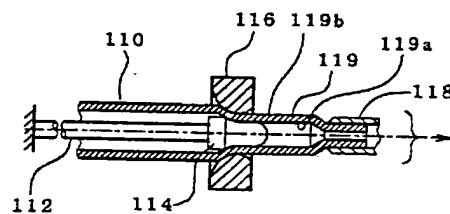
【図2】



【図3】

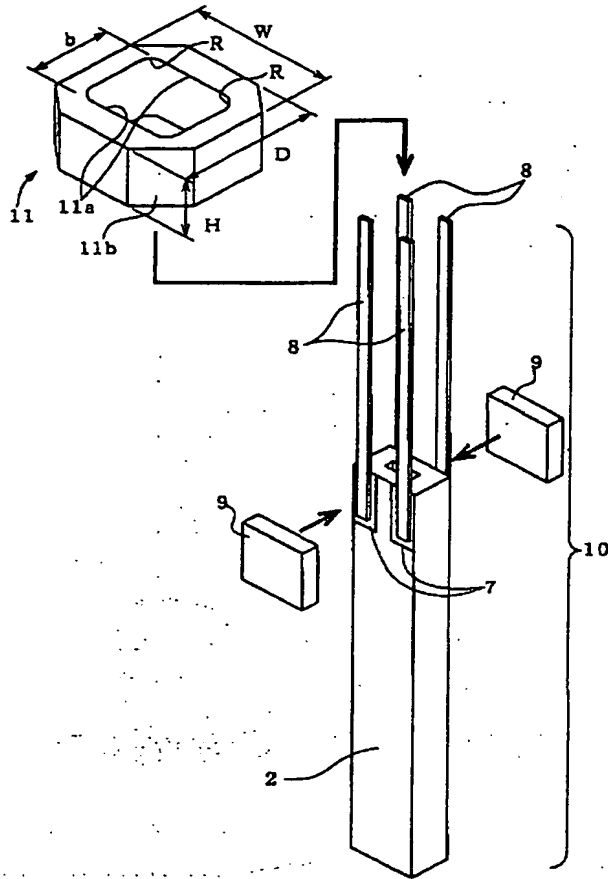


【図11】

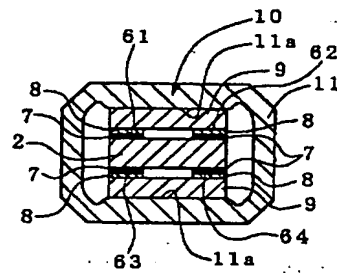
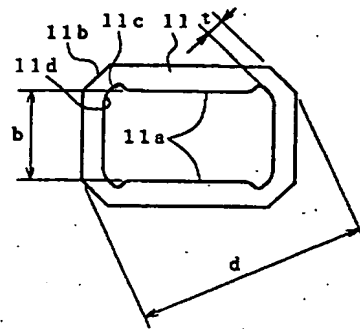


(11)

【図4】



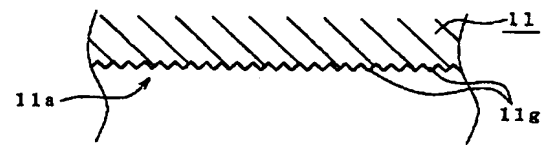
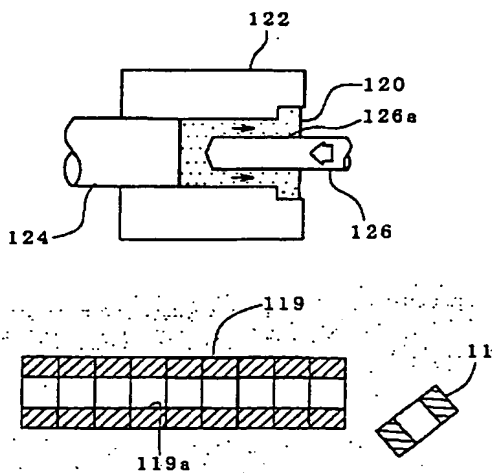
【図5】



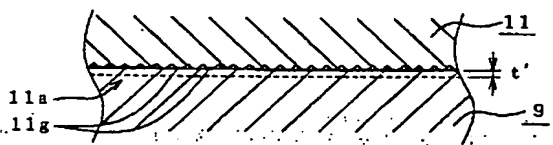
【図8】

(a)

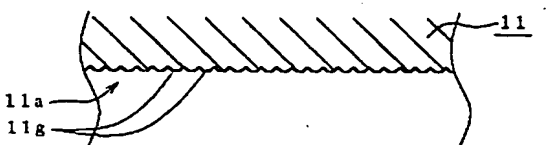
【図12】



(b)

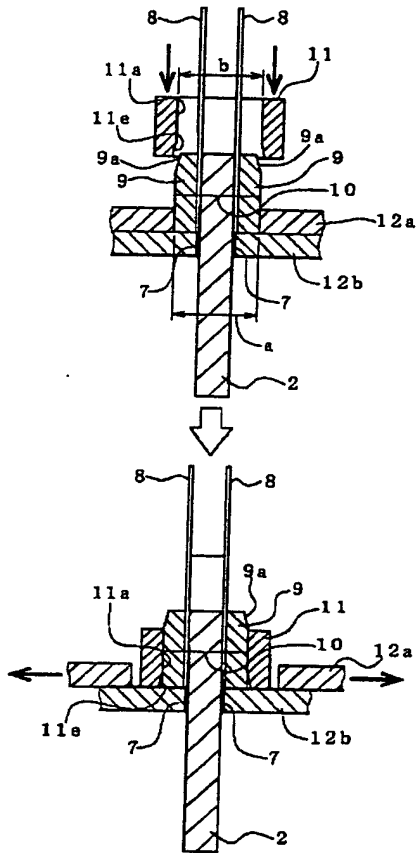


(c)

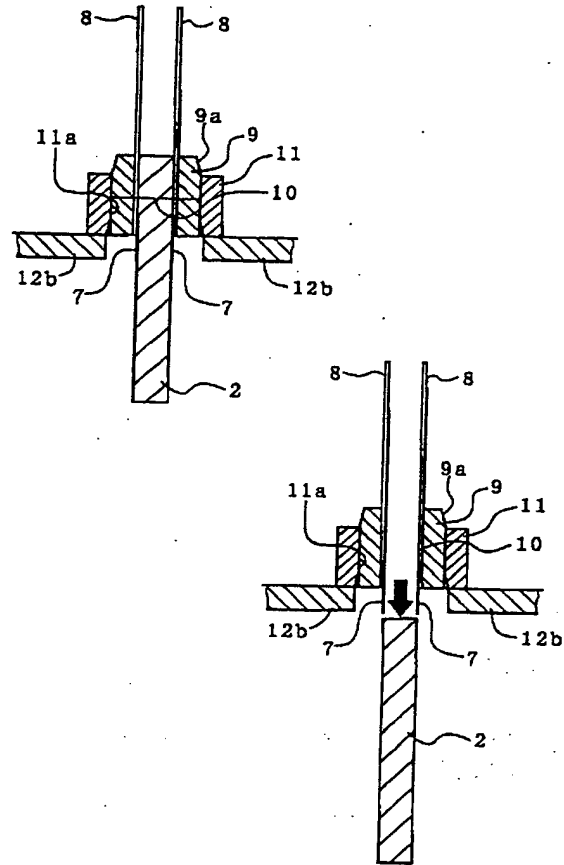


(12)

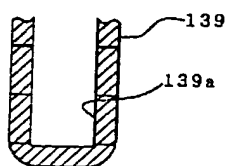
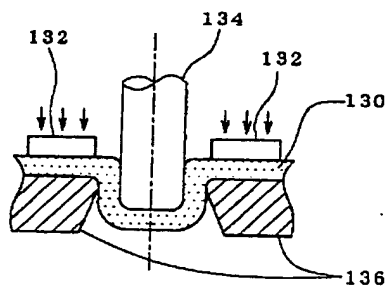
【図6】



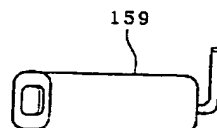
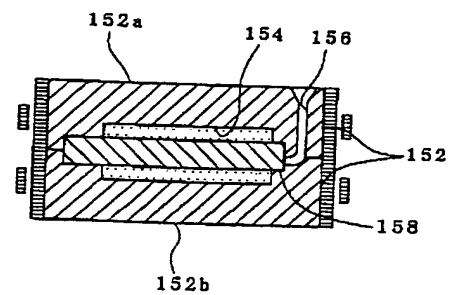
【図7】



【図13】

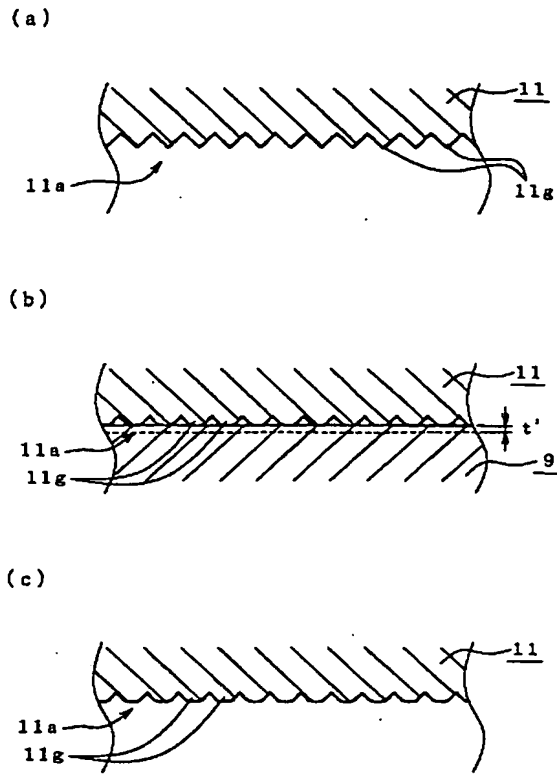


【図15】

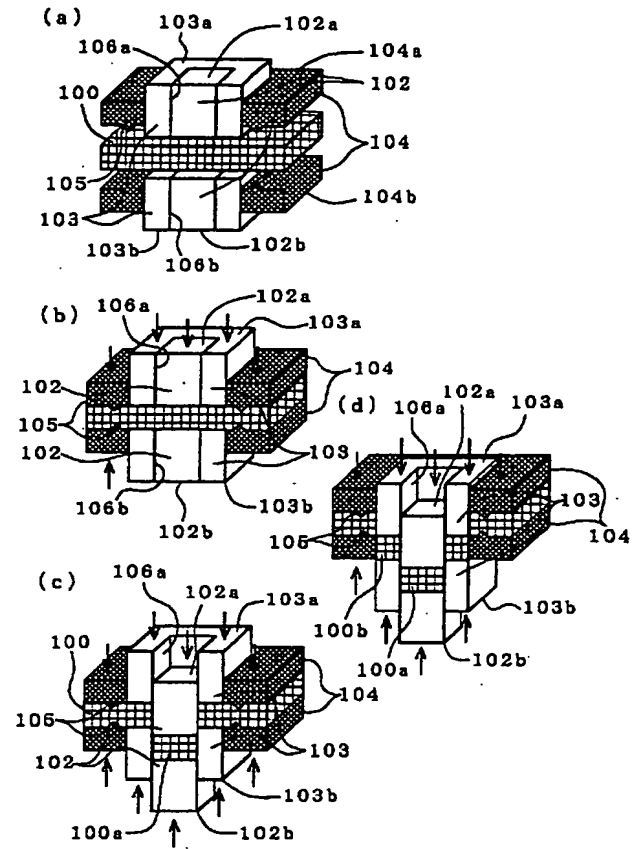


(13)

【図 9】

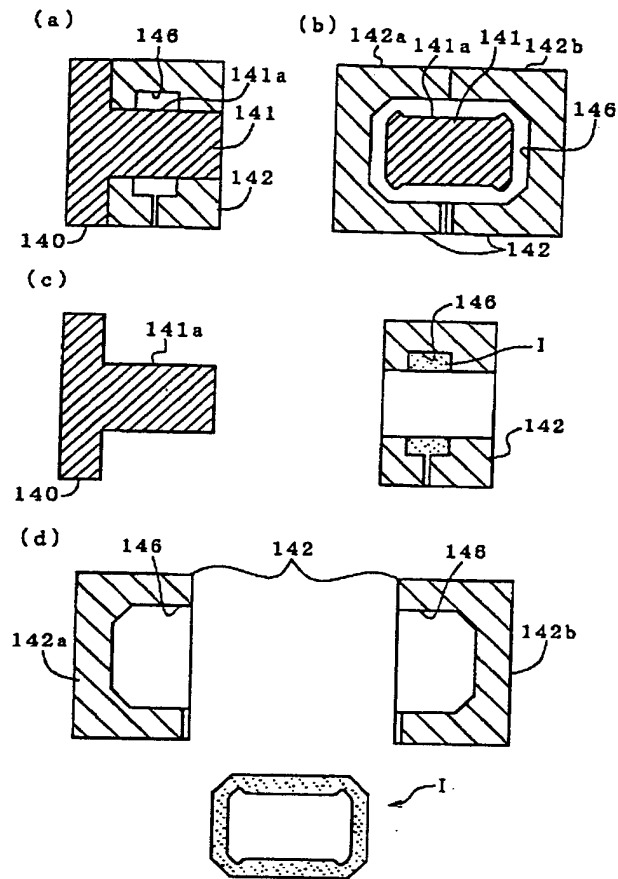


【図 10】



(14)

【図14】



フロントページの続き

(72) 発明者 伊藤 正也  
 名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊  
 陶業株式会社内

Fターム(参考) 2G004 BB04 BC02 BD04 BE13 BE22  
 BF13 BF18 BG05 BH09 BH12  
 BJ03 BL08 BM04 BM07